ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 NOVEMBRE 1918.

PRÉSIDENCE DE M. P. PAINLEVÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. les Délégués étrangers à la Conférence des Académies interalliées.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une méthode de détermination de la vitesse et de la direction des vents, par temps couvert, à l'aide de sondages par le son.* Note de M. le général **Bourgeois**.

Dès avant la guerre, la détermination de la vitesse et de la direction du vent aux hautes altitudes présentait une grande importance aux yeux des météorologistes qui espéraient, non sans raison semble-t-il, améliorer ainsi par leur étude la prévision du temps.

Au cours de la guerre, la connaissance des mouvements de l'atmosphère à grande hauteur est rapidement devenue une nécessité absolue, une nécessité constante. En effet, les courants supérieurs, qui autrefois n'entraînaient que quelques nuages glacés, sont actuellement sillonnés sans cesse par les obus de l'artillerie moderne, les avions de reconnaissance lointaine et les avions de chasse qui les poursuivent. L'influence des vents sur un obus est telle que, pour préparer un tir avec précision, il y a nécessité absolue de connaître les mouvements aériens jusqu'au sommet de la trajectoire, surtout au sommet où l'obus, dont la vitesse est alors minima, subit plus longtemps l'action du vent.

Cette nécessité est en outre constante, car il faut pouvoir tirer avec

précision, de nuit comme de jour, et tous les jours, même si des brouillards ou des nuages très bas voilent à nos regards les couches élevées de l'atmosphère, compliquant ainsi gravement les mesures, même si les vents de tempête viennent ajouter de nouvelles difficultés.

Ces conditions sévères imposées par les circonstances à la météorologie militaire l'ont conduite à abandonner, pour exécuter les sondages par temps couvert, toutes les méthodes précédemment employées, dont aucune ne présentait une sécurité suffisante pour fonctionner dans des cas si divers et si difficiles. La méthode actuellement en usage, dite *du sondage par le son*, a été mise au point au Bureau météorologique militaire dans le courant de l'année 1917.

Principe de la méthode. — On laisse s'élever un ballon gonflé d'hydrogène qui devient le jouet des vents dans les couches qu'il traverse successivement et décèle le mouvement qui les anime par la dérive qu'il y subit. La trajectoire du ballon qui est dissimulé par les brouillards ou des nuages bas est déterminée de la manière suivante : le ballon emporte des pétards qui éclatent à intervalles réguliers. Des appareils de repérage par le son enregistrent les explosions, ce qui permet de déterminer la position des points d'éclatement dans l'espace. La trajectoire est ainsi jalonnée par une série de points, par une série de visées acoustiques, pourrait-on dire, de même que dans la méthode de sondage par théodolite, employée par temps clair, elle se trouve jalonnée par une série de visées optiques. L'ensemble des projections horizontales des points d'éclatement et la connaissance des temps écoulés entre les éclatements successifs permettent de déterminer la vitesse et la direction moyenne du vent entre les altitudes où se sont produites deux explosions successives.

Le caractère original de cette méthode et la source de tous ses avantages résident dans l'emploi des éclatements sonores pour la détermination des positions successives du ballon.

Détails d'exécution. — Les ballons employés sont de petits ballons en caoutchouc de 1^{m} ou $1^{m},30$ de diamètre. Les pétards sont chargés de mélinite et leur poids total est seulement de l'ordre de 200^{g}. Malgré la faiblesse de ces moyens, les explosions sont perçues fréquemment à une distance d'une quinzaine de kilomètres et ce malgré des vents contraires d'une vitesse supérieure à 10^{m}. Les vents contraires ne paraissent d'ailleurs pas gêner sensiblement l'audition. Quant à l'éloignement, il a, comme on voit, une

influence infiniment moindre qu'à terre. On peut en dire autant des éclatements d'obus contre avions, et c'est même cette remarque qui a donné l'idée de la méthode du sondage par le son.

Les constructions des points d'éclatement doivent être exécutées en quelques instants pour que le sondage soit transmis sans délai par T. S. F. Le problème est plus compliqué en théorie que le repérage des batteries puisque les intersections d'hyperboles sont remplacées par des intersections d'hyperboloïdes. Des artifices pratiques permettent une solution très rapide.

Résultats obtenus. — Les résultats obtenus seront publiés complètement par les soins du Service géographique de l'Armée. Nous les exposerons sommairement en les comparant à ceux de l'observatoire allemand de Lindenberg (¹) qui s'était spécialisé depuis 10 ans dans les mêmes recherches et employait les anciennes méthodes du ballon captif et du cerf-volant. Cet observatoire passait, non sans raison, pour un des mieux outillés.

Nombre de jours d'ascension. — Le sondage par le son fonctionne tous les jours. Le sondage par ballon captif n'a pu fonctionner à Lindenberg que pendant 91 jours sur 365, dont 24 jours sur les 180 jours du semestre octobre-mars. Le sondage par cerf-volant, plus heureux, a pu fonctionner pendant 274 jours. Encore au cours de ces 91 jours, l'appareil a-t-il été arraché 40 fois et son câble rompu, occasionnant une perte de câble de 100^{km}.

Hauteurs atteintes. — La méthode combinée du cerf-volant et du ballon captif a très rarement atteint 5000^m. Le record du monde de hauteur est dû au ballon, avec 7058^m, dans des circonstances extraordinairement aisées : vent nul jusqu'à 3000^m, de 2^m à 3^m de moyenne au delà.

Le sondage par le son atteint assez facilement cette hauteur. Une bande obtenue par vent de 7^m environ a montré qu'à 6850^m les enregistrements sont très nets. Même observation au sujet d'un éclatement qui s'est produit par vent de 16^m et pluie. Des altitudes de 8000^m à 10000^m ont été atteintes plusieurs fois (à titre d'essai); elles n'ont pas été recherchées, car elles n'avaient aucune application pratique.

Quant aux vitesses de vent qui arrachent ballons captifs ou cerfs-volants, elles ne constituent pas une gêne pour le sondage par le son qui fonctionne encore par des vents de l'ordre de 35^m par seconde; ces vents sont parmi

(¹) *Annales de l'Observatoire de Lindenberg*, 1913, dernière année publiée.

les plus violents qu'on rencontre ordinairement dans nos régions.

Teisserenc de Bort partageait l'atmosphère en deux parties : la troposphère et la stratosphère. La première, qui a une épaisseur moyenne de 10^{km} à 12^{km}, serait le siège des courants verticaux et des phénomènes qui régissent le climat de nos régions. Le sondage par le son donne pour la première fois un moyen d'explorer presque complètement cette partie fondamentale de la couche atmosphérique.

Conçue à l'origine dans un but exclusivement utilitaire d'application à l'artillerie, cette méthode met actuellement à la disposition de la science météorologique un des plus puissants moyens d'investigation qu'elle ait possédés.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Division des *Sciences appliquées à l'Industrie*.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 50,

M. Maurice Leblanc obtient	. . . . . .	37 suffrages
M. de Chardonnet	»	4 »
M. Charpy	»	3 »
M. A. Rateau	»	2 »
M. Claude	»	1 suffrage
M. Laubeuf	»	1 »
M. Lumière	»	1 »

Il y a 1 bulletin nul.

M. **Maurice Leblanc**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. *Charles-Eugène Bertrand*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 51,

M. Sauvageau	obtient	. . . . . .	34 suffrages
M. Leclerc du Sablon	»	. . . . . .	15 »
M. Houard	»	. . . . . .	1 suffrage

Il y a 1 bulletin blanc.

M. **Sauvageau**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le Maréchal **Foch**, élu dans la Division des Membres libres, adresse des remercîments à l'Académie.

Sir **Philip Watts**, élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture du télégramme suivant :

Madrid, 16 novembre 1918.

Bon nombre de naturalistes espagnols étant réunis pour célébrer le triomphe de la civilisation, saluent en votre personne leurs collègues des nations alliées.

Hernandez Pacheco, Fernandez Navarro, Lozano, Cabrera, Merced, Zulueta, Surmely, Cuesta, Zarco, Carandell, Rioja, Alvarado, Sanchez, Gila, Ferrer, Fresca, Royo, Ibarra, Piña, Cusi, Susaeta, Rosilló, Bolivar, Ilueca.

La **Société Gauthier-Villars et Cie**, qui édite les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, annonce à l'Académie que la direction de la maison d'édition a été confiée à M. André Ducrot, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, qui remplace M. *Albert Gauthier-Villars*, décédé.

MM. **R. Legendre, Ombredanne** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. **Paul Garrigou-Lagrange** adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Détermination spectrale de fonctions.* Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Hadamard.

Les procédés usuels de détermination d'une fonction analytique $f(z)$ par des *conditions discrètes* exigent généralement une *infinité* de données numériques comme le sont, par exemple, les coefficients de séries correspondant à la fonction, les valeurs que prend la fonction pour des valeurs données de z, etc. [1]. Le nombre de données nécessaires et suffisantes n'est limité qu'exceptionnellement, dans des cas très particuliers où l'on connaît à l'avance la forme analytique de la fonction à un nombre limité de constantes près [par exemple dans le cas où $f(z)$ se réduit à un polynome algébrique, exponentiel, trigonométrique, etc.].

On peut cependant montrer, par des exemples simples, *qu'une fonction $f(z)$ peut être complètement déterminée dans une région du plan des z par une seule donnée numérique* E *rattachée à elle d'une manière convenable, avec l'adjonction de quelques conditions complémentaires d'une nature qualitative.*

Ainsi la fonction $f(z)$ est déterminée sans ambiguïté au voisinage de son point ordinaire $z = 0$ par la condition que ses coefficients de développement en série de puissances de z soient tous des nombres entiers tels que l'on connaisse les signes de leurs parties réelles et imaginaires respectives, et par la valeur numérique que prend une certaine combinaison de $f(z)$ pour une valeur particulière convenablement choisie de z. Dans le cas, par exemple, où les coefficients sont tous des entiers réels positifs plus petits que 10, et que

$$f(0,1) = \frac{1}{3} = 0,3333\ldots,$$

la fonction ne saurait différer de $\frac{3z}{1-z}$.

La fonction $f(z)$ est également déterminée sans ambiguïté pour toute

(1) E. Borel, *Sur l'interpolation* (*Comptes rendus*, t. 124, 1897, p. 673-676).

valeur de z par la condition que l'intégrale

$$\int_0^\infty e^{-t} f(zt)\, dt$$

soit développable, au voisinage de $z = 0$, en série de puissances ayant pour coefficients des nombres entiers dont le module ne croît pas indéfiniment avec leur rang, et par une seule valeur numérique précise rattachée à la fonction $f(z)$. Lorsque, par exemple, les coefficients sont alternativement positifs et négatifs, plus petits en valeur absolue que 100, et que

$$\int_0^\infty e^{-t} f\left(\frac{t}{100}\right) dt = \frac{7}{11} = 0,636363\ldots,$$

la fonction $f(z)$ coïncide nécessairement avec $63e^{-z} - 1$.

La fonction $f(z)$ dont la combinaison $zi f'(-zi)$ est développable en série de puissances de z à coefficients entiers positifs ayant un seul chiffre, et telle que

$$\frac{i}{10} f'\left(-\frac{i}{10}\right) = \frac{2}{3} = 0,6666\ldots$$

ne saurait différer de $6\log(1 - zi)$.

On démontre (à l'aide du théorème d'Eisenstein) qu'une fonction *algébrique* $f(z)$ est complètement déterminée au voisinage d'un point ordinaire $z = a$, à l'aide de trois nombres entiers et d'un nombre fractionnaire en rapport avec la fonction, en sachant que les coefficients du développement de $f(z)$ suivant les puissances de $z - a$ sont des nombres *commensurables* dont on connaîtrait les signes de leurs parties réelles et imaginaires respectives.

On peut déterminer la courbe plane $y = f(x)$ dont la sous-tangente est une fonction holomorphe de x au voisinage de $x = 0$, développable en série de puissances de x à coefficients inconnus entiers positifs n'augmentant pas indéfiniment avec leur rang, en ne connaissant que la longueur de la sous-tangente pour une valeur convenablement choisie de x. Dans le cas, par exemple, où ces coefficients sont des entiers positifs plus petits que 10 et où la sous-tangente au point $x = 0,1$ a la longueur égale à la périphérie du cercle de rayon 1, les courbes cherchées coïncident avec la famille

$$y = C\left(1 + \frac{x}{6} - \frac{x^2}{72} - \frac{31}{432}x^3 + \ldots\right) \qquad (C = \text{const.}),$$

où le coefficient λ_n de x^n est déterminé par la relation de récurrence

$$6(n+1)\lambda_{n+1} + 2n\lambda_n + 8(n-1)\lambda_{n-1} + 3(n-2)\lambda_{n-2} + \ldots = \lambda_n \qquad (\lambda_0 = 1),$$

le coefficient numérique du $k^{\text{ième}}$ terme du premier membre étant la $(k-1)^{\text{ième}}$ décimale de 2π.

Ces exemples ne représentent pas des cas isolés et exceptionnels. Ils révèlent un fait d'ordre général qui pourrait jouer un rôle utile dans diverses branches de calcul et qu'on peut résumer de la manière suivante :

Une multitude de problèmes à un nombre *limité* ou *illimité* d'inconnues (et par suite aussi à *une fonction inconnue*), sur lesquelles on posséderait certaines données *qualitatives*, peuvent être résolus *à l'aide de groupements convenables de décimales de certaines expressions numériques* E rattachées au problème considéré (*procédé spectral* de calcul numérique).

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur les surfaces de Poincaré d'ordre* 6. Note de M. **Pierre Humbert**, présentée par M. Appell.

Combien existe-t-il de surfaces de Poincaré, pour une valeur donnée de la vitesse angulaire? M. Liapounov a démontré rigoureusement [1] qu'il ne pouvait y en avoir plus de deux; il ne pourrait d'ailleurs en exister deux qu'au voisinage d'un Jacobien critique d'ordre m pair, et seulement alors si une certaine fonction des éléments de ce Jacobien est nulle. Cette fonction étant trop compliquée pour se prêter à une discussion générale, M. Liapounov a dû se borner à l'examen de deux cas particuliers, $m = 4$, le seul pour lequel il connut les éléments du Jacobien, et m très grand, où les fonctions de Lamé peuvent êtres remplacées, d'une façon approchée, par des fonctions de Bessel. L'expression considérée n'est nulle dans aucun de ces deux cas. Comme nous avons, dans un travail récent [2], calculé pour la première fois les valeurs des axes du Jacobien critique d'ordre 6, nous pouvons faire un pas de plus, et voir ce que donnent alors les formules de M. Liapounov.

Les axes du Jacobien critique d'ordre m étant [3] $\sqrt{\rho}$, $\sqrt{\rho + q}$, et $\sqrt{\rho + 1}$,

(1) *Sur les figures d'équilibre, peu différentes des ellipsoïdes, d'une masse liquide homogène douée d'un mouvement de rotation*, 1re Partie, n° 79; 3e Partie, nos 39 à 55.

(2) *Sur les surfaces de Poincaré* (Thèse de doctorat, 1918).

(3) Notations de M. Liapounov.

la fonction considérée est

$$U = \frac{d}{d\rho}\frac{\rho E^2 F}{\Delta},$$

où E est la fonction de Lamé d'ordre m de ρ, convenablement définie, F la fonction de seconde espèce correspondante, et où

$$\Delta = \sqrt{\rho(\rho+1)(\rho+q)}.$$

Telle est l'expression donnée par M. Liapounov. Cherchons d'abord à la mettre, dans le cas général, sous une forme se prêtant au calcul. Remarquons qu'entre ρ et q existe l'équation de Poincaré

$$\frac{EF}{2m+1} = \frac{\rho}{2}\int_\rho^\infty \frac{dt}{t\,\Delta(t)}.$$

Le second membre, que l'on désigne par R, est une fonction connue; dans le cours du calcul des axes du Jacobien, on a été en effet conduit à calculer la valeur de la quantité $\Delta\frac{R}{\rho}$.

On a donc, d'une part,

$$F = (2m+1)\frac{R}{E}$$

et, d'autre part, d'après la définition des fonctions de seconde espèce,

$$\frac{dF}{d\rho} = \frac{F}{E}\frac{dE}{d\rho} - \frac{2m+1}{2E\Delta}.$$

En portant dans U ces valeurs de F et de F′, on trouve

$$U = \frac{(2m+1)ER}{\Delta}\left[1 + 3\rho\frac{E'}{E} - \rho\frac{\Delta'}{\Delta}\right] - \frac{(2m+1)\rho E}{2\Delta^2}.$$

En faisant apparaître le terme connu $\Delta\frac{R}{\rho}$, on voit que U ne s'annulera qu'avec l'expression

(1) $$2\Delta\frac{R}{\rho}\left[1 + 3\rho\frac{E'}{E} - \rho\frac{\Delta'}{\Delta}\right] - 1.$$

Venons donc au cas $m = 6$ que nous avons en vue. Le calcul nous ayant

donné les valeurs

$$\rho = 0,0200,$$
$$q = 0,0024,$$
$$E = \rho^3 + 1,638\rho^2 + 0,726\rho + 0,069,$$
$$\frac{\Delta R}{\rho} = 0,4965,$$

nous n'avons qu'à porter ces nombres dans l'expression (1) : nous constaterons qu'elle est égale à

$$0,9930 \times 0.6102 - 1,$$

ce qui n'est évidemment pas nul. Le résultat trouvé par M. Liapounov pour les surfaces de Poincaré d'ordre 4 s'étend donc aux surfaces d'ordre 6; ce qui apporte un argument de plus en faveur de l'hypothèse, énoncée par le géomètre russe, qu'il ne peut jamais exister, au voisinage d'un Jacobien critique donné, plus d'une surface de Poincaré correspondant à une vitesse angulaire donnée.

HYDROGRAPHIE. — *L'exploration hydrographique des côtes de Sibérie, en 1918, par le Ministère de la Marine russe.* Note de **J. de Schokalsky**, présentée par M. Ch. Lallemand.

Le levé des côtes de Sibérie commencé, de 1734 à 1744, par des officiers de la Marine russe, a été, depuis, plusieurs fois repris et poursuivi. De 1894 à 1904 notamment, la zone ouest a fait l'objet de relevés précis, accompagnés de sondages qui ont permis d'établir des services réguliers de navigation entre la Sibérie et l'Europe.

De 1909 à 1915, au cours du levé des rivages sis à l'ouest de la presqu'île de Taimur, on a découvert la Terre de Nicolas II. L'année suivante, on effectuait, pour la première fois, en bateau, le passage de l'Est à l'Ouest.

Le chef du Service hydrographique, M. Bialokos, a décidé de reprendre l'étude complète de ces côtes et, dans ce but, il a organisé une expédition dont le départ est prochain.

Cette expédition est divisée en deux sections : celle de l'Ouest, dirigée par M. Wilkitsky; celle de l'Est, par M. Novopachennij, ancien commandant du bateau *Le Vaigatch* qui, en 1913-1915, longea la côte de ce nom et hiverna dans le voisinage de la presqu'île de Taimur.

Le champ d'action de la section ouest s'étend de la mer Blanche jusqu'au

cap Tcheliuskin; celui de la section est va de ce dernier point au détroit de Dejnef.

Les travaux des deux expéditions comprennent le levé hydrographique des rivages et celui des deltas des principaux fleuves : Obi, Léna, Kolima, Ienisseï, etc. On y joindra l'étude des glaces et de leur régime. A cet effet, des stations d'observation, pourvues d'appareils radiotélégraphiques, seront établies le long des côtes et utilisées aussi pour la prévision du temps.

Les mouvements des glaces seront en outre observés au moyen de navires spéciaux, qui suivront la lisière de la banquise pendant toute la période où la navigation reste possible.

Des stations d'observation seront créées à Matoschkin Char, à Obdorsk, à l'embouchure de l'Ienisseï, outre celles qui existent déjà à Jugorskij Char, dans l'île de Vaigatch et à Port-Dikson. D'autres stations de même nature seront encore établies au cap Jelanie (sur la côte nord de la Nouvelle-Zemble) et dans l'île de Belij (au nord de la péninsule de Jamal).

Dans la zone est, des stations seront installées tout d'abord à l'embouchure de la Léna et de la Kolima et ensuite dans l'île de Kolutschin, au cap Severnij, dans les îles de Aion, Medvejij, Liapovskij, ainsi qu'en des points à l'intérieur, formant relais entre ces stations et les bureaux ordinaires de télégraphe.

Le personnel des stations y séjournera toute l'année et en étudiera les environs, sous les rapports économique et commercial et au point de vue de la géographie physique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Solubilité de l'hydrate cuivrique, dans une certaine mesure de dosologie, dans l'hydrate sodique et l'hydrate potassique.* Note de M. **Justin Mueller**, présentée par M. A. Haller.

L'hydrate cuivrique est considéré comme n'étant soluble dans NaOH et KOH qu'en présence de corps organiques tels que l'acide tartrique, etc.

M. Maurice Prud'homme a trouvé le premier que la présence de corps organiques n'est pas indispensable. Il a montré (¹) que l'oxyde de cuivre (hydrate) se dissout dans la potasse ou la soude, en présence d'un sel de chrome, dont l'oxyde est facilement soluble dans ces alcalis. En chauffant la solution obtenue au-dessous de 100° on constate la formation d'un précipité rouge vif d'oxydule de cuivre.

(¹) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. 17, 1872, p. 253.

Or j'ai trouvé que ni la présence de corps organiques, ni celle d'un autre oxyde ne sont nécessaires.

En quantités bien déterminées l'hydrate cuivrique est complètement soluble dans des lessives de NaOH ou de KOH suffisamment concentrées, les solutions obtenues sont parfaitement stables, elles ne se modifient pas par la chaleur, même après forte dilution.

La concentration de lessive nécessaire est pour NaOH : 37° à 39° B., soit une densité de 1,345 à 1,370; pour KOH : 45° à 48° B., soit une densité de 1,453 à 1,498; la proportion d'hydrate cuivrique pour 100$^{cm^3}$ de lessive, aux concentrations indiquées, est 0^g,78 ou la quantité équivalente d'un sel de cuivre.

En diminuant la concentration des lessives ou en augmentant la proportion du cuivre la dissolution n'est plus complète.

Le Tableau suivant donne un aperçu des essais faits pour déterminer les doses nécessaires à une complète dissolution :

100$^{cm^3}$ lessive de NaOH	à 39° B.; 33,69 %; d = 1,370.	à 37° B.; 22,22 %; d = 1,345.	à 36° B.; 29,93 %; d = 1,332.	de 34° à 30° B.: d = 1,308 à 1,263.	à 39° B.
» ou de KOH	à 48° B.; 47,1 %; d = 1,498.	à 45° B.; 43,1 %; d = 1,453.	à 43° B.; 40,9 %; d = 1,424.	de 41° à 35° B.; d = 1,397 à 1,320.	à 48° B.
20$^{cm^3}$ solution de $CuSO^4 + 5$ aq. à 10 % (¹)	liqueur bleu franc	liqueur bleu franc	liqueur bleu franc	liqueur bleu franc	liqueur bleu franc (²)
En chauffant la liqueur à l'ébullition	sans changement	sans changement	sans changement	sans changement	d'abord sans changement, puis noircissant
En diluant la liqueur et en chauffant ensuite à l'ébullition	reste bleue et limpide	reste bleue et limpide	il se produit un louche noirâtre de CuO	noircit, dépôt noir brunâtre	noircit, dépôt noir brunâtre
Solutions	complètes		incomplètes.		

Au moment du contact il se forme un précipité volumineux d'hydrate cuivrique qui, en agitant, se dissout en formant une liqueur d'un beau bleu corsé.

(¹) Correspondant à 0^g,78 de $Cu(OH)^2$.

(²) En augmentant les proportions du cuivre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau passage synthétique des corps gras aux corps aromatiques*. Note de M. **Tel. Komninos**, présentée par M. Charles Moureu.

Comme matières premières pour constituer le noyau benzénique, j'ai employé le chlorure de malonyle et l'acétone. Par le simple mélange de ces deux corps, un échauffement se produit aussitôt et des vapeurs abondantes de gaz chlorhydrique commencent en même temps à se dégager; le liquide donne les réactions colorées de la pholoroglucine. Au bout de deux jours, ce caractère s'est affaibli, et le troisième jour il a disparu, parce que le gaz chlorhydrique qui se forme provoque des réactions secondaires et une décomposition ou une résinification de la phloroglucine initialement produite.

Etant assuré de la formation de la phloroglucine, il me fallait trouver le moyen d'éliminer ou plutôt de fixer le gaz chlorhydrique pour éviter son action nuisible. J'ai employé avec succès à cet effet le carbonate de calcium.

Expérience principale. — Je pris des quantités de $CH^2(COCl)^2$ et de $CH^3-CO-CH^3$ proportionnelles à leurs poids moléculaires, c'est-à-dire 28^g du premier et $11^g,5$ du second, et j'ajoutai immédiatement 20^g de petits morceaux de marbre. Une élévation de température et un vif dégagement de gaz carbonique furent immédiatement observés, de sorte que je dus refroidir le mélange pour éviter des pertes d'acétone; et, après que la réaction eut cessé d'être très vive, j'ajoutai encore quelques grammes d'acétone.

Le lendemain, je trouvai le verre plein de cristaux vermeils et très brillants. Je repris le produit par l'acétone, je filtrai et je séparai les morceaux de marbre, dont le poids, après dessiccation, était diminué de 5^g, tandis que, théoriquement, la réaction devrait consommer 10^g de CO^3Ca. Les cristaux furent bien lavés avec de l'acétone, puis avec de l'alcool et, finalement, avec de l'éther; après dessiccation leur poids était de 14^g.

Le filtrat fut alcalinisé et évaporé à sec; le résidu fut traité par de l'alcool absolu bouillant et évaporé de nouveau à sec; ce nouveau résidu fut repris par l'eau, et le filtrat fut également évaporé à sec. Enfin le produit fut traité par de l'éther; il y eut un résidu de 1^g environ d'une masse cristalline, dont le point de fusion était 217°, identique à celui qui est donné partout pour la phloroglucine.

Examen des cristaux. — Leur point de fusion, malgré plusieurs recristallisations dans l'acétone, n'a pu être déterminé. A la température de 95°-100°, ils commencent à se colorer; à 160° leur couleur devient très foncée. On observe bientôt un dégagement de gaz et une carbonisation de la matière. Ces cristaux sont insolubles dans l'éther et l'alcool, mais solubles dans l'acétone. Le liquide résultant de leur action sur l'eau à chaud contient du chlore. Il faut remarquer qu'aucune des solutions précédentes ne donne la réaction de la phloroglucine.

D'après ces réactions, il paraît plutôt probable que le composé chloré répond à la formule

$$Cl - CO - CH^2 - CO - CH^2 - CO - CH^3,$$

c'est-à-dire que 1^{mol} de HCl s'est dégagée pendant la réaction primitive.

Ainsi s'explique pourquoi il fut dépensé une quantité de CO^3Ca très inférieure aux prévisions théoriques. On s'explique de même la décomposition observée quand on chauffe la substance en vue de déterminer son point de fusion, décomposition due évidemment à la réaction de la seconde molécule de HCl qui se libère sur la phloroglucine formée.

Pour confirmer cette hypothèse, je pris une plus grande quantité des susdits cristaux (5^g), je les mêlai avec de l'eau, j'ajoutai 5^g de morceaux de marbre, et je chauffai le tout au bain-marie bouillant. D'abord, aucune réaction ne fut observée; mais, après 5 minutes, un dégagement abondant de CO^2 en même temps qu'une très intense réaction colorée de phloroglucine furent remarqués. Deux heures après, le dégagement cessa, et le liquide jaune obtenu fut filtré, les morceaux de marbre furent ensuite séparés et pesés : leur poids fut trouvé diminué de $1^g,5$, quantité correspondant à 1^{mol} de HCl. Le filtrat jaune, qui présentait une très vive réaction de phloroglucine, fut évaporé à sec, et le résidu fut traité avec de l'éther. La solution laissait, par évaporation, des cristaux de phloroglucine pure (4^g, environ) dont le point de fusion était 217°.

La quantité du chlore contenu dans les cristaux est 21,8 pour 100, tandis que la formule $C^6H^7ClO^3$ exige 21,84 pour 100.

Il ne reste donc aucun doute que les cristaux observés constamment dans toutes mes expériences ont la formule

$$Cl - CO - CH^2 - CO - CH^2 - CO - CH^3.$$

Ce corps, sous l'action de CO^3Ca, engendre de la phloroglucine selon

l'équation

$$Cl-CO-CH^2-CO-CH^2-CO-CH^3 - HCl = CH^2\left\langle\begin{array}{l}CO-CH^2\\CO-CH^2\end{array}\right\rangle CO.$$

Par conséquent, la formation de la phloroglucine au moyen du chlorure de malonyle et de l'acétone peut être traduite par les schémas suivants :

1°
$$CH^2\left\langle\begin{array}{l}CO-Cl\\CO-Cl\end{array}\right. + CaCO^3 + CH^3-CO-CH^3$$
$$= CaCl^2 + CO^2 + H^2O + CH^2\left\langle\begin{array}{l}CO-CH^2\\CO-CH^2\end{array}\right\rangle CO.$$

2°
$$2\,CH^2\left\langle\begin{array}{l}CO-Cl\\CO-Cl\end{array}\right. + CaCO^3 + 2\,CH^3-CO-CH^3$$
$$= CaCl^2 + H^2O + 2\,CH^2\left\langle\begin{array}{l}CO-CH^2-CO-CH^3\\CO-Cl\end{array}\right.,$$

et ce dernier corps donne ainsi de la phloroglucine selon l'équation

$$2\,CH^2\left\langle\begin{array}{l}CO-CH^2-CO-CH^3\\CO-Cl\end{array}\right. + CaCO^3$$
$$= CaCl^2 + H^2O + 2\,CH^2\left\langle\begin{array}{l}CO-CH^2\\CO-CH^2\end{array}\right\rangle CO.$$

Phloroglucine.

Résumé et conclusions. — 1° Si l'on fait réagir du chlorure de malonyle sur l'acétone, il se produit deux corps : de la phloroglucine et un composé particulier répondant à la formule

$$Cl-CO-CH^2-CO-CH^2-CO-CH^3,$$

aisément transformable en phloroglucine.

2° Le travail ci-dessus réalise un passage particulièrement simple de la série grasse à la série aromatique.

3° La formule de constitution de la phloroglucine, type très net de composé tautomère, est justifiée.

4° Une nouvelle voie synthétique est ouverte, qui met en œuvre les chlorures d'acides et les cétones.

GÉOLOGIE. — *Sur les cristaux de feldspaths développés dans les calcaires du Crétacé supérieur pyrénéen.* Note de M. **Jacques de Lapparent**, présentée par M. H. Douvillé.

En pays basque on peut à l'aide des Foraminifères différencier, dans cette partie du Crétacé supérieur que M. Stuart-Menteath a nommé *le Flysch*, trois étages que caractérisent d'autre part des épisodes géologiques particuliers.

L'étage inférieur est représenté par deux formations réparties en des massifs relativement homogènes : l'une dont les matériaux des roches sont d'origine franchement marine, l'autre qui tire ses éléments de matériaux littoraux. Des brèches caractérisent la première; des poudingues, la seconde. Un grand nombre des entités lithologiques qui constituent cette seconde formation est caractérisé par la présence de débris roulés de tests de Mollusques à texture lamellaire associés à des Foraminifères benthiques. Les roches ainsi formées sont des bancs de graviers à très petits éléments, devenus cristallins.

Si les Foraminifères benthiques deviennent abondants le grain de la roche diminue, les débris de tests de Mollusques à texture lamellaire font peu à peu place à des prismes d'Inocérames et l'on voit apparaître une faune de Foraminifères à test hyalin représentée principalement par des *Lagena* et des *Rosalina* : il y a passage d'un gravier à un calcaire à Foraminifères.

Outre ces matériaux organiques on trouve, dans toutes ces roches, de petits morceaux arrondis d'un calcaire granuleux qui en lames minces paraît à peu près opaque et qui vu par réflexion se montre d'un blanc laiteux.

Les débris des tests de Mollusques sont attaqués par des algues perforantes qui les pénètrent sous la forme de petits tubes courbes et parfois pelotonnés sur eux-mêmes, ainsi que font, à l'égard des oolithes des minerais de fer, les algues du groupe des *Girvanella*. L'attaque est parfois si avancée qu'un petit galet formé des débris d'un test de Mollusque ne laisse plus voir qu'une très faible partie dont la texture soit conservée. Il n'y a pas de différence de matière entre les petits morceaux du calcaire granuleux, les débris de tests de Mollusques ainsi attaqués et le test des Foraminifères benthiques, Textilaridés et Rotalidées, qu'on trouve dans ces roches.

C'est précisément dans cette matière granuleuse que se sont produits, en même temps que les petits prismes de quartz, de très intéressants cristaux de feldspaths.

On reconnaît qu'il s'agit de microlites d'albite. Les individus en sont d'aspects variés, les uns aplatis suivant g^1, d'autres suivant p, presque tous maclés à la fois suivant la loi de l'albite et la loi de Carlsbad. Dans certains types de calcaires les cristaux se sont formés en deux générations : une première génération a donné des cristaux lamellaires aplatis suivant g^1 et allongés dans une direction normale à l'arête mt, sur lesquels sont venus s'orienter dans une seconde génération des cristaux losangiques ou hexagonaux aplatis encore suivant g^1, mais limités par les faces p, m, t, a^1. La macle de Carlsbad des cristaux de la première génération n'est pas visible en dehors du groupement sur ceux-ci des cristaux de la seconde génération, car pour les premiers la superposition des individus maclés de Carlsbad est telle qu'observés sur g^1 (seul mode d'observation praticable à cause de leur extrême minceur) ils ne mettent en évidence aucune particularité cristallographique : le groupement semble un individu unique qui dans une direction normale à mt, c'est-à-dire parallèle à son allongement, présente, en lumière polarisée, un minimum d'intensité lumineuse qu'on croit tout d'abord devoir se rapporter à une extinction.

Il est particulièrement intéressant de constater que ces microlites d'albite ne se sont formés que là où le calcaire est constitué de petits granules. Il est hors de doute que les algues du groupe de *Girvanella* ont eu la part prépondérante à l'élaboration des grains de ce calcaire et qu'elles ont été la cause première de la possibilité de production de ces feldspaths; néanmoins elles ne sont pas la cause de la production même de ceux-ci, car dans d'autres roches où l'on observe l'action des mêmes algues sur des débris d'organismes, on ne voit pas qu'il se soit nécessairement formé de feldspaths.

Dans la région d'Hendaye, où l'on peut étudier avec facilité les faciès qui contiennent ces cristaux, on ne les trouve que dans les roches du massif de Béhobie qui constituent la formation à matériaux littoraux dont nous avons parlé. Ils ne sont ni dans la formation à matériaux d'origine marine à peu près contemporaine, ni dans les deux étages supérieurs du Flysch.

Les conglomérats de la formation à matériaux d'origine littorale de ce premier étage du Flysch empruntent une partie de leurs éléments à un calcaire à Orbitolines d'âge cénomanien qui par place est graveleux. Dans ce calcaire des débris de tests de mollusques sont également attaqués par

les algues du type de *Girvanella* et l'on trouve encore des petits paquets d'un calcaire granuleux. Des cristaux d'albite se sont développés là aussi comme précédemment.

Mais la présence de ces cristaux d'albite n'est pas limitée aux roches du Crétacé basque. Je viens de retrouver ces mêmes feldspaths, produits dans les mêmes conditions dans les calcaires bréchiques qui accompagnent la brèche de Salles (Hautes-Pyrénées) récemment signalée par M. H. Douvillé (¹).

On les trouve dans un calcaire bréchique à *Rosalina* et dans un calcaire à *Lagena* qui le surmonte. On les voit dans les parties de la roche qui sont formées de ce calcaire granuleux à l'élaboration duquel les algues du type de *Girvanella* ont pris part. Je ne les ai pas trouvés dans la brèche principale à gros éléments blancs.

Ainsi que l'a démontré M. H. Douvillé ces roches sont précisément d'âge cénomanien. Elles sont un peu plus anciennes que les premières couches du Flysch, mais tout à fait contemporaines des roches à Orbitolines qui entrent comme éléments dans les premiers conglomérats de celui-ci.

L'étude micrographique impose l'idée que les feldspaths se sont produits en même temps que la roche acquérait sa cristallinité.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Production de glycocolle par l'*Isaria densa. Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On observe assez fréquemment dans des cultures âgées de diverses Bactéries ou de Champignons inférieurs, effectuées sur des milieux gélatinés, la formation de cristaux prismatiques, groupés d'une manière radiaire; c'est ce que j'ai constaté avec une particulière intensité pour des cultures d'*Isaria densa* (²); le Champignon en question, tout d'abord cultivé sur du bouillon de foie gélatiné, dans des tubes à essais ordinaires, a produit, au bout de 2 mois, de gros cristaux rayonnants atteignant jusqu'à 2^{cm} de long et 1^{mm} d'épaisseur; ces cristaux se forment surtout dans la région où le milieu se détache par retrait de la paroi; il est aisé de les prélever à la pince et, après leur purification par dissolutions successives dans l'eau et précipitations par l'alcool, de constater qu'on se trouve en présence de

(¹) H. Douvillé, *La brèche de Salles et de Sère-Argelès* (*Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 662).

(²) L'entomophyte dont il s'agit provient de chrysalides momifiées de *Zygæna occitanica* qui m'ont été obligeamment communiquées par M. E. Rabaud.

glycocolle; la substance possède en effet, en outre de la forme cristalline, le point de fusion (236°) et les différentes réactions du glycocolle, en particulier vis-à-vis du perchlorure de fer, de l'hydrate d'oxyde de cuivre et de la benzamide; enfin la réaction de Sörensen permet de s'assurer qu'on obtient avec la substance isolée le même taux d'acidité qu'avec un poids égal de glycocolle sous l'action du formol.

Il pourrait sembler qu'on se trouve ici simplement en présence d'une digestion tryptique de la substance protéique offerte en excès au Champignon; il se formerait divers acides aminés et en particulier du glycocolle cristallisant facilement par évaporation de l'eau. L'expérience m'a montré que le phénomène n'est pas de tout point comparable à une hydrolyse acide ou tryptique des matières protéiques. Refaisons des cultures de l'*Isaria densa* sur un milieu ne contenant que de la gélatine comme substance azotée et en outre du saccharose et les substances minérales nécessaires au développement du Champignon; opérons dans des fioles coniques à fond plat avec 10^{g} de gélatine additionnés de 50^{cm^3} de la solution nutritive. On constate un développement rapide de l'entomophyte, une liquéfaction progressive de la gélatine et, au bout de 6 mois, alors que la culture ne paraît plus subir de modifications, on trouve au fond du vase de gros amas constitués par des cristaux rayonnants et atteignant jusqu'à 3^{cm} de diamètre; par précipitations fractionnées à l'aide de l'alcool on peut extraire tout le le glycocolle restant dissous dans le milieu et l'on obtient au total une quantité de cet acide aminé correspondant à 33 pour 100 de la gélatine introduite; or l'hydrolyse de la gélatine par les acides ne donne que 16,5 pour 100 de glycocolle.

Cette différence quantitative est encore plus accentuée avec la fibrine; hydrolysé par les acides, ce corps fournit surtout de la leucine (15 pour 100) et seulement 3 pour 100 de glycocolle; sous l'action du mycélium de l'*Isaria densa* on obtient une quantité de glycocolle représentant 38 pour 100 de la fibrine transformée; il n'y a donc pas de rapport entre les quantités de glycocolle produites sous l'action des acides et par l'intervention du champignon étudié.

Avec l'ovalbumine, la sérumalbumine et la caséine, les résultats sont encore plus frappants, les différences devenant d'ordre qualitatif; aucune de ces substances ne donne en effet de glycocolle à l'hydrolyse acide; soumises à l'action de l'*Isaria densa* elles m'en ont fourni respectivement 35, 30 et 32 pour 100, c'est-à-dire des quantités de même ordre que pour la gélatine et la fibrine. Nous sommes donc en présence d'une action spécifique de la Mucédinée et les faits observés montrent qu'il est difficile de conclure

des produits de dédoublement qui résultent de la digestion d'une substance protéique à la constitution de celle-ci; la nature de ces produits est fonction du procédé employé pour réaliser la dislocation de la molécule protéique; de nouvelles expériences montreront si l'*Isaria densa* ne serait pas capable de produire du glycocolle à partir d'acides aminés plus complexes, amenant ainsi une simplification des protéines plus profonde que celle qui est réalisée par les acides ou par les trypsines.

J'ai observé des phénomènes analogues avec une levûre pathogène isolée de la gorge d'un malade atteint d'angine et il est logique de considérer que la production de glycocolle est en rapport avec la nature parasitaire des microorganismes qui la provoquent; en tout cas je n'ai rien obtenu de semblable avec des cultures de *Penicillium glaucum* faites parallèlement à celles de l'*Isaria;* cette Mucédinée banale ne produit pas de cristaux de glycocolle à partir de la gélatine, de l'ovalbumine, de la fibrine ni de la caséine; en présence de la sérumalbumine elle ne forme pas davantage de cristaux de glycocolle, mais donne naissance à de nombreuses paillettes de leucine qui n'apparaissent pas par contre avec l'*Isaria;* on sait que la leucine est l'acide aminé prédominant (20,5 pour 100) dans les produits de dédoublement de la sérumalbumine sous l'action des acides.

Cultivé sur du foie de bœuf, l'*Isaria densa* liquéfie énergiquement les tissus et il apparaît encore des amas cristallins de glycocolle lors de la dessiccation du milieu; on n'observe rien de semblable avec le *Penicillium glaucum* qui altère peu la consistance des tissus et ne produit pas de glycocolle.

En résumé, l'*Isaria densa* détermine à partir des protéines les plus variées une importante formation de glycocolle et le rendement obtenu, correspondant au tiers des substances transformées, permettrait d'utiliser les conditions biologiques de cette production en vue de la préparation du glycocolle.

PHYSIOLOGIE. — *La fonction mentale dans le travail féminin.* Note [1] de M. Jules Amar, présentée par M. Edmond Perrier.

Précédemment [2], deux faits ont été établis : l'un est que le travail physique de la femme égale à peine la moitié de celui de l'homme, en raison de l'infériorité de l'effort musculaire.

---

(1) Séance du 18 novembre 1918.

(2) Jules Amar, *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 560.

Le second est que l'acte nerveux ou mental, s'il est *isolé*, s'accomplit aussi rapidement que chez les personnes du sexe mâle.

Il faut une grande fréquence de ces actes pour révéler un caractère qui soit particulièrement féminin.

En effet, l'activité mentale de la femme, de même que son activité physique, ne s'accommodent pas d'un *effort soutenu*, c'est-à-dire que l'exercice de la *volonté* n'y est pas constant.

Toutes les fois que cet effort mental se prolonge, que *l'attention* ne s'interrompt pas, il y a fatigue; et des retards et des erreurs se manifestent dans le travail.

Réactions psycho-motrices de la femme. — On s'est donc borné à examiner les lois de la fatigue chez ouvrières et employées ne faisant pas d'exercices de force, mais qui ont souvent à effectuer *très vite* de menues opérations d'un ordre plus ou moins cérébral : additionner des colonnes de chiffres, copier des lettres à la machine à écrire, compter des pilules ou des épingles et les enfermer dans de petits paquets, trier des plumes dont on vérifie que les pointes sont bonnes.

A quelles conditions chacune de ces opérations se produit-elle le plus vite et parfaitement? Quelles causes peuvent les retarder ou les favoriser? Ce sont des *lois générales* que nos expériences ont essayé de dégager.

Les réactions auditives. — Un métronome, réglé à 40, 50, 60, 90 et 120 battements par minute, inscrit ceux-ci en ouvrant et fermant un circuit de pile comprenant un signal Déprez. L'ouvrière répond à chaque battement en appuyant un doigt sur un petit tambour à air : la pression est enregistrée par un tambour de Marey.

Or, à partir de la cadence de 50, les mouvements tendent à devenir *réflexes et automatiques*, coïncidant avec les coups au lieu de les suivre. Que le tic-tac s'arrête inopinément, et le geste de l'ouvrière se produira fatalement. Ainsi, *les centres nerveux féminins obéissent au rythme sonore, à la fréquence de 1 à 2 coups par seconde.*

Imposons, maintenant, la condition de ne répondre que *tous les 10 coups*, après les avoir comptés. La réponse se fera avec un *minimum de retard* pour la cadence de 120. On a sensiblement le temps de réaction auditif normal, soit $0^s,16$, rarement $0^s,20$. Mais aux cadences de 80 à 90, le retard dépasse $0^s,25$. Au delà de 120, il y a des erreurs. *La fréquence de deux sons par seconde est donc la plus favorable au travail cérébral de la femme.*

Portons à 7 minutes la durée de l'expérience, en enregistrant aussi la pression respiratoire (tonogrammes). A partir du 400e battement, la fatigue s'accentue de telle sorte que le temps de réaction auditif dépasse $0^s,40$, et les respirations cessent d'être régulières.

De même que tout événement extérieur vient troubler la respiration féminine, de même l'*attention prolongée* est pour elle une cause de perturbation. L'ouvrière répond durant la *phase expiratoire*, et à l'instant où elle réagit les tonogrammes s'accélèrent, trahissant les caractères de l'*émotion*. Ce phénomène dure de 4 à 5 secondes, parfois le double. La fatigue, qui est réelle, puisque les respirations passent de 20 (1re minute) à 48 (6e minute) et augmentent d'amplitude, semble disposer à une plus grande émotivité.

La personne, au reste, déclare que « ces opérations continues, à une cadence *uniforme*, finissent par énerver; *malgré soi*, on se trompe, on hésite ».

Voilà le point à retenir : *les centres nerveux féminins sont incapables d'un effort constant; l'attention prolongée les fatigue en troublant la respiration; d'où, très souvent, des signes d'anémie et de neurasthénie.*

Les réactions visuelles. — On a recherché, ensuite, à quels intervalles les signaux visuels doivent se succéder pour régler les gestes de l'ouvrière avec un retard minimum. Et l'on a trouvé que le regard doit se produire $0^s,04$ *après* le geste, la durée de celui-ci dépendant de la nature de l'ouvrage.

Et voici comment on s'en est assuré :

Les signaux lumineux (lampe électrique) ont une surface de 4^{mm^2}, et sont donnés instantanément par l'obturateur de notre psychographe. Ils se succèdent par deux. Exemple : Le premier signal est suivi, à $0^s,22$, de la réponse motrice du sujet; le deuxième signal suit cette réponse à un intervalle de $0^s,045$. De nouveau l'acte moteur a lieu, sensiblement aussi vite que le premier.

Réduisons l'intervalle à $0^s,035$, la seconde réponse retardera d'au moins $0^s,50$. Allongeons l'intervalle jusqu'à $0^s,06$ et même $0^s,12$; l'ouvrière n'en tardera que plus à répondre. Une certaine inertie se manifeste dans les gestes lorsqu'on leur impose des repos prolongés, et cela suppose que les centres nerveux, sollicités par l'impression visuelle, fonctionnent d'après un rythme déterminé. C'est en multipliant ces expériences, que nous sommes arrivé à la conclusion que :

Dans les travaux féminins réglés par la vue, le regard doit suivre le geste à un intervalle de $0^s,04$ pour favoriser le meilleur rendement.

Ainsi, ramassant les aiguilles, l'ouvrière emploie $1^s,45$ environ par unité. Ajoutons $0^s,04$, on aura $1^s,49$, soit une moyenne de 40 aiguilles par minute.

Toutefois, la répétition de ces impressions visuelles est cause sérieuse de fatigue. On a intercalé, sur le circuit de lampe du psychographe, un métronome qui permet de lancer les *éclairs* aux cadences de 60, 80, 100. La personne examinée se bouche les oreilles pour n'être pas influencée par le tic-tac. Or, après une série de 100 éclairs, le retard psychographique, normalement de $0^s,21$, s'élève à $0^s,40$ et parfois à $0^s,50$. Réduisons la fréquence des illuminations; c'est celle de 40, précisément trouvée ci-dessus, qui conduit à la moindre fatigue. En d'autres termes, *il est physiologiquement impossible d'exiger d'une ouvrière une rapidité de mouvements, guidés par la vue, qui excède 40 par minute.*

Un fait intéressant, que les auteurs allemands avaient étudié sous le nom de *Bahnung* ou accélération des réactions, est le suivant : si l'ouvrière *entend* le tic-tac qui commande les éclairs, si son travail est réglé par un son cadencé à 40, il s'accomplira moins péniblement. La fatigue s'abaisse de 20 pour 100, car le retard psychographique atteindra rarement $0^s,35$.

Mais si, par contre, le tic-tac du métronome est plus rapide ou plus lent que la fréquence des éclairs, la fatigue s'accroît, et le rendement en travail est plus faible.

Les réactions psychiques. — Au lieu du son, prononçons des *paroles*. Les effets précédents, favorables ou défavorables au travail, se manifestent. La rapidité et le ton du discours agissent sur les régions motrices; la nature des paroles prononcées encore plus. *Le domaine de l'émotion* apparaît comme entièrement ouvert aux influences extérieures; il ne l'est pas au même degré, il trouble beaucoup moins le travail, dans le cas de l'homme.

Notre théorie de l'activité cérébrale, basée sur les vibrations nerveuses, se vérifie donc à toute occasion. La présence d'une surveillante, dans un atelier d'ouvrières, peut stimuler ou ralentir la production suivant l'accord ou la discordance des états nerveux. Et de pareilles manifestations de sympathie ou d'antipathie sont plus accusées chez les femmes en vertu de leur émotivité plus grande. Nous reviendrons sur cette question.

ANTHROPOLOGIE PÉDAGOGIQUE. — *Application pratique de la « Fiche scolaire » (d'un écolier suivi de 11 ans à 12 ans et demi)* [1]. Note [2] de M. **Paul Godin**, présentée par M. Edmond Perrier.

Premier semestre. — Le développement physique a est en retard de 1 degré; la vigueur d est en retard de 1 degré; la santé f présente de la faiblesse fonctionnelle sans maladie; l'intelligence i est en avance de 1 degré; le pouvoir d'action m est retardé de 2 degrés, et comme corollaires de a, la nutrition du cerveau est de 1 degré inférieure à la moyenne, et l'éclosion de la puberté est retardée de 1 semestre; on peut prévoir que l'intelligence, insuffisamment étayée physiquement, ne soutiendra pas longtemps l'effort exigé par le travail classique. Le pouvoir d'action, où se réalise la coopération de l'esprit et du corps, est *inférieur* chez X..., victime de la culture dissociatrice.

Dès son arrivée, cet enfant se classe dans un groupe à part. Ce groupe n'existe pas à l'école. Il ira donc avec la masse des écoliers.

---

(1) Voir mes Notes du 2 septembre et du 14 octobre 1918.

(2) Séance du 28 octobre 1918.

Deuxième semestre. — Les prévisions se réalisent : *a* accentue son retard et perd un nouveau degré; *i* l'intelligence a faibli et reculé de 1 degré. Quelle est la cause de ces reculs? Il n'y a pas de maladie (ligne II); la puberté [1] est trop éloignée pour avoir une influence actuelle. On ne peut incriminer que l'éducation, qui est responsable, car elle n'a tenu aucun

I représente le somatogramme; II, le physiogramme; III, le testogramme.

compte de la nature de l'enfant. Les lois de *mouvement*, d'*alternance* et d'*association fonctionnelle* ont été foulées aux pieds. L'enfant est devenu *paresseux*, et il a été puni. Était-ce lui qui méritait la punition? Le maître provoqua cependant au bout de trois mois un examen médical extraordinaire et le médecin conclut à la suspension des études et à l'engagement de l'enfant dans une section de boy-scouts.

Troisième semestre (comparaison du troisième semestre au deuxième). — *a* gagne 2 degrés; *f* la faiblesse fonctionnelle a disparu; résultats excellents du scoutisme et de l'éloignement de l'école pendant trois mois seulement. L'enfant n'a été soumis à aucune médication et à aucune gymnastique spéciale. On peut juger par là de ce que donnerait une direction éducative conforme d'emblée à la nature de l'enfant, c'est-à-dire aux lois du fonctionnement de son organisme d'enfant, et à leur application judicieuse à son individualité. Sans fatigue, toutes les ressources de l'enfant seraient cultivées à fond et le rendement maximum obtenu.

---

[1] Cf. *La croissance pendant l'âge scolaire* (mon cours de 1912-1913 à l'École des Sciences de l'éducation, Institut J.-J. Rousseau de Genève).

La conclusion, pour la direction éducative ultérieure, serait la continuation du scoutisme et le maintien de l'enfant hors de l'école.

Quatrième semestre. — X... a dû rentrer à l'école. Les règlements le veulent ainsi. Malgré la reprise du régime scolaire, les effets corrélatifs des progrès au troisième semestre de *a* et de *f* se produisent : la vigueur *d* gagne 1 degré. Le développement général *a* continue à progresser et prend une avance de 1 degré sur l'âge de X.... L'intelligence *i* suit la même progression que *a*. Le pouvoir d'action *m* a gagné 2 degrés, et c'est à la faveur du scoutisme que s'est organisée la coopération de l'esprit et du corps dans l'action. Maladresse, timidité et peur ont en partie disparu, en dehors de toute pédagogie correctrice, par le seul effet du courant actif établi en conformité de la nature de l'enfant.

Ces améliorations corrélatives varient pour chaque élève, et le maître, qui tient en mains les fiches scolaires de tous, doit en faire bénéficier sa pédagogie, désormais et avant tout utilisatrice et non plus gaspilleuse de forces par manie de contrecarrer.

A chaque semestre nouveau, la fiche scolaire s'augmente d'une nouvelle colonne, comparable aux précédentes.

En résumé, la *fiche scolaire*, bien interprétée, fournit au médecin, à la famille, au directeur de l'éducation physique, à l'éducateur scolaire : 1° des notions fermes sur la *nature individuelle;* 2° le *diagnostic* des *causes* de stationnement ou de retard des divers développements et fonctions; 3° un *contrôle* précis de l'*éducation physique* et de la direction pédagogique; 4° un guide sûr pour la conduite de la *culture intégrale* et l'obtention du rendement maximum de chaque organisme.

Tel est le résultat utile, pour l'enfant de France, de l'application pratique à son éducation de l'*anthropologie pédagogique basée sur la croissance.*

CHIRURGIE. — *Greffes fonctionnelles d'artères mortes.*

Note [1] de MM. **J. Nageotte** et **L. Sencert**, présentée par M. Quénu.

Nous avons réussi à obtenir, chez le chien, la reviviscence de greffes artérielles mortes avec résultat anatomique et fonctionnel parfait. Nos opérations ont consisté soit à remplacer un segment de la carotide primitive, soit à combler une perte de substance de la paroi antérieure de l'aorte abdomi-

---

[1] Séance du 18 novembre 1918.

nale par des greffons d'artères empruntés à des animaux de même espèce et conservés dans l'alcool. Nous relaterons ici une expérience-type de greffe carotidienne morte, avec examen histologique.

Le 11 juillet 1918, nous avons pratiqué sur un chien de moyenne taille l'opération suivante : incision de 10^{cm} dans la région carotidienne droite, isolement de la carotide sur une longueur de 8^{cm} à 10^{cm}; résection de $2^{cm},5$ à 3^{cm} du vaisseau, isolé sur une compresse imbibée de sérum physiologique; lavage minutieux au sérum, à l'aide d'une fine seringue, du segment supérieur et du segment inférieur du vaisseau isolé par des pinces; résection attentive, sur un bon centimètre, de l'adventice; mise en place, entre les deux bouts de l'artère, d'un segment de carotide de chien, tué et conservé dans l'alcool, et anastomose de ce greffon à la carotide de l'hôte par des surjets de soie fine conduits entre deux points d'appui latéraux. La double anastomose terminée, le sang passe immédiatement dans le bout périphérique de l'artère à travers le greffon.

Le chien n'a présenté aucun trouble; trois mois après nous l'avons sacrifié. La région carotidienne était absolument normale. Il n'y avait aucun épaississement du tissu conjonctif péri-artériel. Le greffon, dont on ne pouvait soupçonner la place pendant la vie, se reconnaît après la mort à ce qu'il s'aplatit, tandis que l'artère normale reste cylindrique. Les lignes de suture apparaissent sous forme de deux petits bourrelets circulaires très peu marqués. Par l'insufflation d'air, on se rend compte que l'artère et le greffon sont largement, parfaitement perméables.

Examen histologique de la pièce. — Les tissus de l'artère et ceux du greffon, mis au contact, se sont directement réunis.

La tunique interne, essentiellement cellulaire, est régulière et complète. Elle a été reconstituée, dans le greffon, par la multiplication et le cheminement des cellules endothéliales de l'artère, processus analogue à celui qui préside au glissement d'un épithélium sur une région dénudée.

La tunique externe et l'adventice ont repris tout simplement l'aspect habituel qu'elles ont dans une artère normale. Elles n'ont pas subi d'épaississement appréciable et rien, dans l'aspect des tissus, ne saurait faire penser à l'enkystement d'un corps étranger. La conservation, dans tous ses détails, de la charpente élastique de la tunique externe donne la preuve absolue que le tissu actuellement vivant est bien celui qui a été greffé et qu'aucune substitution ne s'est produite. Le nombre des fibroblastes qui l'habitent est tout à fait le même que dans les parties correspondantes de l'artère normale.

Dans la tunique moyenne l'appareil élastique est conservé intact jusque dans ses détails les plus délicats. Il est simplement affaissé par suite de la disparition des cellules musculaires. Contrairement à ce qu'on observe dans la tunique externe, la tunique moyenne n'est encore réhabitée que par un nombre très faible d'éléments cellulaires, mais, point capital, elle est le

siège de deux processus entièrement distincts l'un de l'autre et qui tendent l'un et l'autre à rendre au segment artériel greffé sa contractilité première.

Le premier consiste dans une *métaplasie cellulaire* d'un intérêt biologique très grand. On voit en effet que les éléments immigrés dans la tunique moyenne sont disposés en petits groupes épars dans toute la hauteur du greffon, mais limités jusqu'à présent aux couches les plus externes de la media. Ces éléments proviennent bien des tissus environnants par cheminement transversal et nullement des éléments de l'artère vivante par cheminement longitudinal. Or, par leur forme, par leur volume, par les fibrilles différenciées que l'hématoxyline au fer et l'hématoxyline de Mallory mettent en évidence dans leur protoplasma, ces cellules sont certainement des fibres musculaires lisses. Nous trouvons d'ailleurs dans nos coupes tous les stades de transformation par lesquels ont passé les fibroblastes vulgaires qui leur ont donné naissance.

Le deuxième consiste dans l'apparition de ce que nous appellerons un *myome de régénération*. Parti du point où la tunique musculaire de l'artère a été sectionnée, ce myome possède une trame élastique très fine, à direction circulaire; ses cellules contractiles présentent pour la plupart une orientation transversale. Il est situé entre l'endothélium rénové et l'élastique interne du greffon. Dans les coupes longitudinales, il figure une bande assez épaisse, recouvrant les points de suture perforants, qui se termine, à plusieurs millimètres de son origine, par une extrémité effilée. La croissance de ce myome était vraisemblablement en pleine activité au moment où l'expérience fut interrompue. Il est probable qu'une nouvelle tunique contractile complète aurait fini par s'édifier sur toute l'étendue du greffon par la rencontre des deux myomes opposés.

Comme conclusions simplement pratiques, et sans tenir compte aujourd'hui des problèmes biologiques supérieurs que soulèvent les constatations nouvelles que nous venons de rapporter, nous pouvons dire que nous avons obtenu, dans nos tentatives de greffes fonctionnelles d'artères mortes, des résultats aussi concluants que ceux que nous avions obtenus dans nos greffes fonctionnelles de tendons morts. Il n'y a rien d'étonnant à ce que, guidés par des idées théoriques précises et nouvelles dont la justesse nous avait été démontrée par les expériences antérieures, nous soyons arrivés, dans ce domaine de la greffe artérielle, à des résultats absolument opposés à ceux auxquels étaient arrivés les quelques expérimentateurs qui nous ont précédés.

Lewin et Larkin (1) ont, les premiers, tenté de remplacer les segments artériels par des segments d'artères dévitalisés et conservés dans le formol. Dans toutes leurs expériences, sauf une, l'artère s'oblitéra. L'examen histologique de la seule artère restée perméable montra, après dix semaines, une désintégration complète du greffon et la formation d'un tube conjonctif nouveau autour de lui.

Guthrie a réussi, une fois aussi, à conserver la perméabilité d'un greffon d'artère formaliné. Mais Carrel (2), qui rapporte ce fait sans détails, pense, lui aussi, que le greffon a servi uniquement d'une sorte d'échafaudage pour la construction d'une nouvelle artère. A son tour Carrel a essayé trois fois de transplanter des fragments d'artères tués; dans les trois cas, ses greffons furent imperméables. Pourtant cet auteur a réalisé, *mais à son insu,* des greffes fonctionnelles d'artères mortes à l'aide d'artères desséchées et portées à 100°. Pour expliquer la réussite de l'opération, Carrel n'hésite pas à dire que ces segments artériels n'étaient évidemment pas morts et il ne craint pas d'attribuer aux tissus des animaux supérieurs la propriété qu'ont les rotifères et certaines graines végétales de supporter, sans perdre leur vitalité, la dessiccation complète. Une telle interprétation montre bien que, sans le secours de notions théoriques exactes sur la constitution du tissu conjonctif, il était impossible aux expérimentateurs de reconnaître et de comprendre les faits de reviviscence en face desquels le hasard les avait amenés.

A 16 heures et demie l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 17 heures et demie.

A. Lx.

---

(1) Lewin et Larkin, *Transplantation of devitalised arterial segments; morphological changes in the implanted segments* (*Journal of medical Research*, vol. 11, 1909, p. 319).

(2) A. Carrel, *Latent life of arteries* (*Journal of experimental Medicine*, vol. 11, 1910, p. 460).